

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий

институт

Вычислительная техника

кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____О. В. Непомнящий

подпись инициалы, фамилия

«_____» _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

код и наименование направления

Микроконтроллерная система управления доступом
в помещения на режимном предприятии

тема

Руководитель

подпись, дата

доцент, канд.техн.наук

должность, ученая степень

В.Г.Серёдкин

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

В.В.Маркелова

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

доцент, канд.техн.наук

должность, ученая степень

В.И.Иванов

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Космических и информационных технологий
институт

Вычислительная техника
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

О. В. Непомнящий

«____» _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту _____ Маркеловой Виктории Владимировне
фамилия, имя, отчество

Группа _____ КИ14-08Б _____ Направление (специальность) _____ 09.03.01
номер код

«Информатика и вычислительная техника»
наименование

Тема выпускной квалификационной работы _____ Микроконтроллерная система
управления доступом в помещения на режимном предприятии

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР _____ В.Г. Серёдкин, доцент, канд.техн.наук, кафедра ВТ ИКИТ
инициалы, фамилия, должность, учебное звание и место работы

Исходные данные для ВКР: _____ разработать микроконтроллерную систему
управления доступом в помещения на режимном предприятии,
_____ обеспечивающую идентификацию пользователей, дистанционный контроль
_____ доступа посредством сервера по локальной сети

Перечень разделов для ВКР: _____ 1 Анализ задания ВКР; 2 Разработка
_____ структурной и функциональной схем; 3 Моделирование системы контроля
_____ доступом; 4 Разработка электрической принципиальной схемы блока контроля
_____ и управления системы; 5 Разработка программных составляющих блока
_____ контроля и управления системы и серверной части

Перечень графического материала: _____ презентация доклада выступления, видео

Руководитель ВКР _____ В.Г. Серёдкин
подпись инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____ В.В. Маркелова
подпись инициалы и фамилия

«_____» _____ 20__ г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Микроконтроллерная система контроля доступом в помещения на режимном предприятии» содержит 52 страницы, 17 иллюстраций, 6 таблиц, 1 список сокращений, 12 использованных источников, 3 приложения, схему электрическую принципиальную и перечень элементов.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, МИКРОКОНТРОЛЛЕР, RFID СЧИТЫВАТЕЛЬ, ЭЛЕМЕНТ ИНДИКАЦИИ, ПРЕГРАЖДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, СЕРВЕР.

Цель работы: разработка микроконтроллерной системы управления доступом в помещения на режимном предприятии.

При выполнении данной работы было изучено задание на выпускную квалификационную работу, исследованы существующие аналоги и сформированы требования, предъявляемые к программе проверки лабораторных работ.

В результате анализа требований разработаны: структурная и функциональная схемы в рамках пояснительной записки, электрическая принципиальная схема блока контроля и управления системы с перечнем элементов, алгоритмы работы системы, программный код микроконтроллера, обеспечивающий функциональность всей системы, программный код серверной части и натурная модель работающей системы контроля доступом.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	4
1 Анализ задания выпускной квалификационной работы	6
1.1 Обзор существующих систем контроля и управления доступом	6
1.1.1 СКУД производства компании BOLID	6
1.1.2 Системы безопасности компании PERCo	7
1.1.3 Выводы по результатам обзора	9
1.2 Постановка цели и задач выпускной квалификационной работы	10
1.3 Формулирование требований к разрабатываемому устройству	11
2 Разработка структурной и функциональной схем	13
2.1 Разработка структурной схемы разрабатываемой системы	13
2.2 Определение состава компонентов разрабатываемой системы	15
2.2.1 RFID-считыватель и RFID-метка	16
2.2.2 Электромагнитная защелка и электромеханическое реле	18
2.2.3 Элементы индикации	19
2.2.4 SD Card модуль и microSD карта	21
2.2.5 Модуль Ethernet ENC28J60	22
2.2.6 Микроконтроллер Atmega328 в составе аппаратной платформы Arduino Nano	23
2.3 Функциональная схема системы	26
3 Моделирование системы контроля доступом	28
4 Разработка электрической принципиальной схемы блока контроля и управления системы	32
5 Разработка программных составляющих блока контроля и управления системы и серверной части	35
5.1 Разработка алгоритма идентификации карты и управления преграждающим устройством	35

5.2 Разработка алгоритма управления преграждающим устройством при сигнале, пришедшего с кнопки выхода	38
5.3 Выбор среды программирования, языков программирования и системы хранения базы данных	40
5.3.1 Выбор средств для программирования микроконтроллера.....	40
5.3.2 Выбор средств для программирования сервера.....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	44
ПРИЛОЖЕНИЕ А	46
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ В	52

ВВЕДЕНИЕ

Осуществление безопасности и предотвращение утечки информации на предприятии являются одними из самых важных и значительных проблем на многих предприятиях, в наше время.

Традиционные методы персональной идентификации, основанные на применении паролей или материальных носителей, таких как пропуск, паспорт, водительское удостоверение, не всегда отвечают современным требованиям безопасности и требуют постоянного участия человека [1].

Одним из наиболее развитых и эффективных средств, обеспечивающих решение этих проблем, является использование автоматических систем охранной сигнализации различных типов.

В общем случае автоматическая система охранной сигнализации используется при оснащении различных типов помещений. При этом ее целью является фиксация любой возможности незаконного проникновения в охраняемое помещение или на охраняемую территорию. Основой охранной системы служат контрольные датчики, которые передают информацию на центральный контрольный пункт. При этом охранная сигнализация может быть не только автономной, но и функционировать в комплексе с другими системами безопасности охраняемого объекта. Автоматические системы охранной сигнализации позволяют контролировать охраняемое помещение или территорию 24 часа в сутки.

К базовым компонентам автоматических систем охранной сигнализации относятся:

1. Системы пожарной сигнализации – сложный комплекс технических средств, предназначенный для выявления пожара на начальной стадии возгорания и выдачи сигнала тревоги;
2. Системы видеонаблюдения, которые позволяют осуществлять мониторинг на объекте;

3. Системы контроля доступа (СКД) или системы контроля и управления доступом (СКУД) – предназначены для отслеживания и контроля доступа людей на определенную территорию [2].

На сегодняшний день большинство СКУД управляются микроконтроллерами. Микроконтроллер (МК) и вспомогательные устройства, обеспечивающие его работоспособность, обеспечивает управление всеми исполнительными устройствами системы, обрабатывает поступающую информацию с устройств ввода и реализует сигналы для взаимодействия с элементами системы.

Не менее существенным фактором является и стоимость коммерческих СКУД, требующих достаточно больших материальных затрат на развертывание, как самой системы, так и наращивание ее возможностей, в случае расширения области ее применения [3].

К наиболее известным СКУД можно отнести СКД на базе ИСО «Орион» компании BOLID. Данная компания обслуживает клиентов практически по всей территории Российской Федерации.

Не менее известная компания PERCo — ведущий российский производитель систем и оборудования безопасности. Входит в пятерку мировых производителей. Представляет различные решения для обеспечения безопасности от офисных помещений до предприятий.

Исследование обозначенных систем производится в разделе 1.1 пояснительной записки.

1 Анализ задания выпускной квалификационной работы

1.1 Обзор существующих систем контроля и управления доступом

В общем виде систему контроля и управления доступом (СКУД) можно представить как совокупность:

1. Считывающих устройств, которые осуществляют считывание идентификационного знака;
2. Управляемых преграждающих устройств, обеспечивающих физическое препятствие доступу и управляющимися с помощью исполнительных устройств (турникеты, двери);
3. Исполнительных устройств, которые обеспечивают открытие или закрытие управляемых преграждающих устройств (электромеханические, электромагнитные замки, механизмы привода, турникетов и шлагбаумов);
4. Подсистем управления (микроконтроллер), выполняющих прием и обработку информации со считывающих устройств, проведение идентификации, предоставление или запрет доступа, путем управления исполнительными устройствами, а также передачу информации системе хранения данных;
5. Системы хранения данных, которая получает от микроконтроллера данные и записывает в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), также система хранит базу данных идентификационных признаков.

1.1.1 СКУД производства компании BOLID

На сегодняшний день одними их известных СКУД можно назвать системы на базе ИСО «Орион» компании BOLID.

В основе архитектуры ИСО «Орион» заложен модульный принцип [2]. Имеется в виду, что система состоит из множества распределяемых по защищаемому объекту взаимозаменяемых приборов. Все приборы могут быть

соединены в сеть. В качестве транспортного уровня системы в основном используются RS-485 интерфейс и сети Ethernet.

К достоинствам данной системы можно отнести решение системой задач для различных типов помещений, а именно:

1. Реализация учета контроля перемещения персонала на основе анализа времени прихода/ухода сотрудника с предприятия;
2. Реализация безопасности предприятия путем интеграции СКУД с системой пожарной сигнализации. Система предоставляет свободный доступ в случае возникновения пожара.

Ещё одним не маловажным достоинством систем ИСО «Орион» является контроллер доступа С2000-2, который является универсальным для различных помещений предприятия. Пользователь сам определяет алгоритм его работы. Каждый контроллер может обслуживать: две двери с одним считывателем; одну дверь с контролем направления прохода; турникет; шлагбаум или шлюз [2].

К недостаткам систем можно отнести дороговизну оборудования, особенно, если необходимо организовать контроль доступа для большой территории.

При интеграции СКУД с пожарной системой безопасности или какой-либо другой системой необходимы дополнительные средства охраны территории (например, видеонаблюдение), чтобы не допустить несанкционированного доступа, что повлечет за собой увеличение расходов предприятия.

1.1.2 Системы безопасности компании PERCo

Компания PERCo предоставляет как отдельные небольшие системы, так и комплексные решения с возможностью интеграции различных систем.

Производители компании предлагают системы с различными требованиями уровня безопасности. Например, системы безопасности для школ PERCo-S-20 «Школа». Особенностью такой системы является то, что система с помощью SMS-сообщений уведомляет родителей о времени прихода ребенка в школу и ухода из нее [4].

Кроме того, система имеет следующие возможности:

1. Защита от проникновения посторонних (система не допускает повторного прохода по карте, если человек уже зашел в помещение);
2. Верификация, которая позволяет сотрудникам службы безопасности производить идентификацию карты доступа школьника, сравнивая визуально кадры, полученные с видеокамер, с фотографиями в базе данных [4];
3. Контроль прогулов и опозданий (расписание уроков заносится в базу данных системы и затем происходит сравнение времени прохода с указанным расписанием);
4. Интеграция с Интернет-ресурсом «Электронный дневник».

Еще одна система контроля доступа PERCo-Web является самой популярной среди клиентов компании. Система решает такие задачи как:

1. Защита от несанкционированного проникновения;
2. Разграничение прав доступа сотрудников и посетителей;
3. Верификация прохода сотрудников и посетителей;
4. Автоматизация учета рабочего времени;
5. Контроль нарушений трудовой дисциплины (можно фиксировать опоздания и прогулы);
6. Автоматизация работы бюро пропусков, отдела персонала и бухгалтерии [4].

К достоинствам систем компании PERCo можно отнести: большой спектр решаемых задач; подробную и понятную инструкцию по установке и использованию системы; видеоинструкцию; бесплатное программное обеспечение; производство биометрического оборудования; широкий ассортимент товаров. Системы интегрируются с другими подсистемами производства компании, обеспечивая масштабируемость.

К недостаткам систем можно отнести высокую стоимость на комплексы систем и отдельного оборудования. Так, только цена на базовое программное обеспечение (ПО) системы PERCo-SS01 «Школа» составляет 356 € на 9.04.2018 г. Стоимость оборудования зависит от требований клиента.

1.1.3 Выводы по результатам обзора

В ходе анализа существующих аналогов было выявлено, что системы имеют один общий недостаток – высокая стоимость оборудования и программного обеспечения.

Отсюда следует необходимость выбора элементов, требуемых для создания системы с наименьшей стоимостью, но не уступающей по функциональности другим существующим системам.

1.2 Постановка цели и задач выпускной квалификационной работы

Целью выпускной квалификационной работы является разработка микроконтроллерной системы управления доступом в помещения на режимном предприятии.

Основой задачей выпускной квалификационной работы является разработка системы контроля и управления доступом в помещения на режимном предприятии с базовыми функциональными возможностями.

Задача включает в себя:

1. Исследование существующих необходимых элементов с наименьшей стоимостью и необходимым функционалом для реализации системы;
2. Анализ возможностей и особенностей исследованных элементов;
3. Формулирование требований к разрабатываемой системе;
4. Выбор наиболее подходящих элементов с базовыми функциональными возможностями для разработки системы контроля и управления доступом;
5. Разработку структурной и функциональной схем разрабатываемой системы;
6. Разработку алгоритма функционирования системы в целом, а также процессов, происходящих в системе (идентификация пользователя, передача обрабатываемой информации между подсистемой управления и системой хранения данных);
7. Разработку электрической принципиальной схемы системы;
8. Разработку программной составляющей системы;
9. Разработку натурной модели базовой части системы.

После проверки модели системы, всех составляющих подсистем и устройств на работоспособность, выявить достоинства и недостатки разработанной системы управления доступом.

1.3 Формулирование требований к разрабатываемому устройству

Разрабатываемая система контроля и управления доступом в помещения должна обеспечивать:

1. Включение/выключение питания системы;
2. Запись идентификационных ключей в память системы;
3. Хранение идентификационных ключей в памяти системы;
4. Подачу сигнала на открывание управляемого преграждающего устройства при считывании зарегистрированного в памяти системы идентификационного ключа;
5. Подачу сигнала на запрет открывания управляемого преграждающего устройства при считывании незарегистрированного в памяти системы идентификационного ключа;
6. Уведомление звуковым и световым сигналом о получении или запрете доступа;
7. Автоматическое формирование сигнала закрытия на исполнительные устройства при отсутствии факта прохода;
8. Предоставление различных уровней доступа;
9. Сохранение идентификационных признаков в памяти системы при обрыве связи с системой хранения данных;
10. Фиксацию попытки несанкционированного доступа в системе хранения данных;
11. Передачу данных о предоставлении доступа или его запрете в систему хранения данных (в базу данных (БД)) и их последующее хранение;
12. Использование интерфейса RJ-45 и сети Ethernet в качестве транспортного уровня системы.

В результате разработки автоматизированная система должна выполнять все предъявляемые функции.

Примечание: Уровни доступа разделяются в зависимости от должности сотрудника. Администратору и директору предприятия предоставляются неограниченные права доступа в помещения и к системе хранения данных. Работники могут разделяться на две категории прав: с высоким уровнем привилегий и с низким уровнем представлений. Работники с низким уровнем привилегий имеют доступ на проходной территории предприятия. Работники с высоким уровнем привилегий по мимо вышеуказанных прав имеют доступ в некоторые помещения с ограниченным доступом, но не имеют доступа к системе хранения данных.

2 Разработка структурной и функциональной схем

2.1 Разработка структурной схемы разрабатываемой системы

В соответствии с поставленными задачами и выдвинутыми требованиями в разделах 1.2, 1.3, разработана структурная схема системы, представленная на рисунке 1.

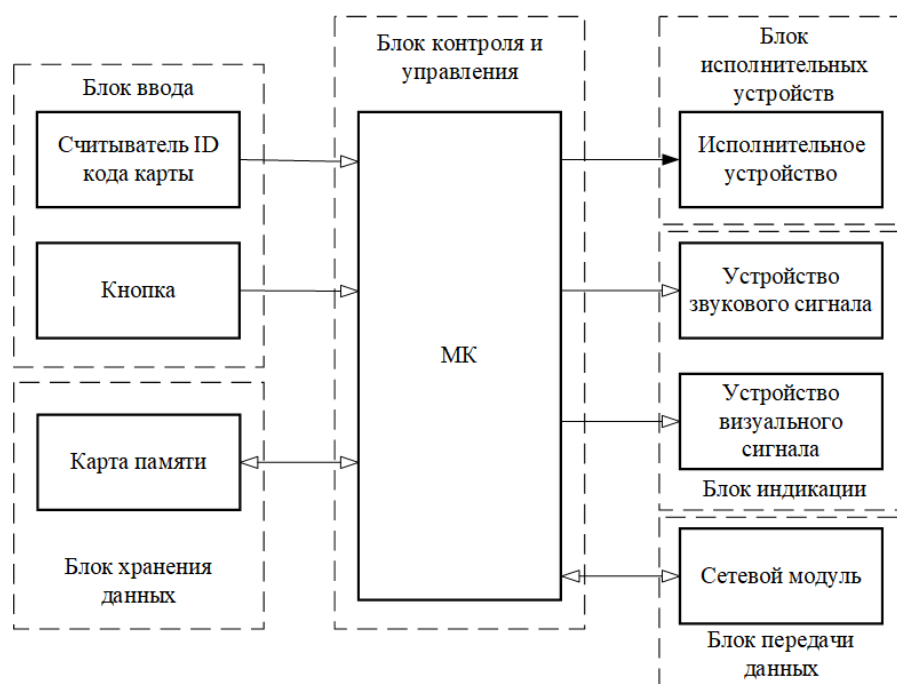


Рисунок 1 – Структурная схема системы контроля доступом

Схема представляет собой совокупность блоков:

1. Контроля и управления;
2. Ввода;
3. Хранения данных;
4. Исполнительных устройств;
5. Индикации;
6. Передачи данных.

Блок контроля и управления является «ядром» всей системы и представляет из себя МК. МК принимает со считывателя идентификационный код – ID (англ. Identifier – идентификатор) код. Затем, при условии, что данные со считывателя пришли, обращается к карте памяти системы. Далее МК принимает решения на основе полученных сигналов и данных, и отправляет соответствующие сигналы на блок исполнительных устройств, блок индикации, а также необходимые данные в блок передачи данных.

Если МК нашел на карте памяти необходимый ID код, то есть ответ положительный, то МК подаст сигнал на блок исполнительных устройств, а в блоке индикации активируются устройства звукового и визуального сигнала определенным образом (прозвучит звук определенной тональности и длительности, и загорится зелёный индикатор). Затем считанные данные МК отправит на сетевой модуль, откуда они попадут в сетевую среду предприятия.

Если ли же МК не получил положительный ответ, то исполнительное устройство останется в исходном состоянии, а в блок индикации придет сигнал на звуковое и визуальное устройства (прозвучит звук отличной от предыдущего варианта тональности и длительности, и загорится красный индикатор). И в конце МК отправит на сетевой модуль информацию о том, что была попытка прохода на территорию с помощью карты, ID ключа которой нет в карте памяти системы.

Кнопка необходима для управления преграждающим устройством, когда нужно выйти из помещения и устанавливается внутри помещения возле двери. Если на МК придёт сигнал с кнопки, то МК это примет как за положительный ответ, описанный выше.

Разработанная структурная схема позволила определить базовые функциональные модули разрабатываемой микроконтроллерной системы СКУД, реализующие процесс его функционирования, а также осуществить выбор необходимых элементов для сборки системы.

2.2 Определение состава компонентов разрабатываемой системы

На основании исследований существующих систем контроля и управления доступа, в соответствии с обозначенными требованиями и разработанной функциональной схемой определен состав необходимых компонентов для разрабатываемой системы.

Самым главным и базовым элементом является МК. В разрабатываемой системе используется микроконтроллер AVR Atmega328 производства компании Atmel.

В качестве считывающего устройства выбран RFID-считыватель RC522 (англ. Radio Frequency IDentification – радиочастотная идентификация). Со считывателями определяются и метки/ключи (магнитные карты).

К исполняемым устройствам можно определить электромагнитные замки, электромагнитные защелки, механизмы привода ворот и турникетов в зависимости от расположения системы на предприятии. В данной работе выбрана электромагнитная защелка в качестве случая, когда система установлена для контроля доступа в помещение через дверь с замком.

В системе также необходимы элементы индикации для отображения статуса о предоставлении доступа или его отказе. К таковым относятся светодиоды и звукоизлучатели (зуммеры).

Для хранения базы ключей меток используется внешняя память, а именно microSD карта с адаптером. Для взаимодействия контроллера с microSD картой определен SD Card модуль.

2.2.1 RFID-считыватель и RFID-метка

Технология RFID – это технология бесконтактного обмена данными, основанная на использовании радиочастотного электромагнитного излучения. RFID применяется для автоматической идентификации и учета объектов. Типовая RFID-система состоит из 3-х базовых компонентов: RFID-меток, RFID-считывателей и программного обеспечения [5].

Существуют различные типы считывателей, в данной системе используется портальный RFID-считыватель, который предназначен для регистрации RFID-меток в контролируемых проходах.

RFID-RC522 высоко интегрированный считыватель для бесконтактной коммуникации (рисунок 2). Считыватель поддерживает интерфейсы SPI, UART и I2C через которые происходит обмен данными с другими приборами [6]. На плате модуля на выводах микросхемы выбран интерфейс SPI. Основа модуля – микросхема MFRC522.



Рисунок 2 – Считыватель RFID-RC522

Радиоидентификация RFID происходит при обмене данными по протоколу Mifare 1K. Mifare – торговая марка, объединяющая несколько типов микросхем пластиковых карт, микросхемы считывания и записи стационарных приборов и различные продукты на их основе. Устройства этой марки соответствуют стандарту ISO 14443 Type A.

Считыватель RFID RC522 срабатывает при поднесении метки. Обмен данными происходит через рамочные антенны, находящиеся в карточке (метке) и в модуле. Сигнал модуля служит источником энергии для метки. Он может обрабатывать информацию одновременно от нескольких меток.

Технические характеристики:

1. Напряжение питания: 3,3 В;
2. Ток потребления в режимах:
 - 2.1. Дежурный 80 мкА;
 - 2.2. Ожидания 12 мА;
 - 2.3. Наибольший 30 мА;
3. Рабочая частота: 13,56 МГц;
4. Расстояние считывания: 0–25 мм;
5. Сопровождаемые карты:
 - 5.1. Классы:
 - 5.1.1. S50;
 - 5.1.2. S70;
 - 5.1.3. Ultralight;
 - 5.1.4. Pro;
 - 5.1.5. Desfire;
 - 5.2. Типы:
 - 5.2.1. Mifare S50/S70;
 - 5.2.2. Mifare ultralight;
 - 5.2.3. Mifare Pro;
 - 5.2.4. Mifare desfire;
6. Скорость передачи информации:
 - 6.1. 106 кбит/с;
 - 6.2. 212 кбит/с;
 - 6.3. 424 кбит/с;
 - 6.4. 848 кбит/с;
7. Стандарт протокола NFC Reader ISO 14443 A;
8. Размеры 40 x 60 мм;
9. Температура:
 - 9.1. Рабочая –20...80 С°;
 - 9.2. Хранения –40...85 С°.

Данному считывателю соответствует RFID-метка в корпусе или в виде ключ-карты (рисунок 3).



Рисунок 3 – RFID-метки в корпусах

Брелоки и карты работают на той же частоте, что и считыватели. Внутри них находятся антенна и микросхема Mifare S50, содержащая память, размер которой 1 килобайт, тип EEPROM. Уникальность карточки Mifare обеспечивается присвоением изготовителем номера, который используется в качестве индикатора. Для защиты хранящихся данных в микросхеме карты использовано аппаратное шифрование [6].

Размер карты: 86 x 54 x 0,8 мм; размер брелока: 40 x 30 x 3.

2.2.2 Электромагнитная защелка и электромеханическое реле

В качестве исполнительного устройства используется электромагнитная защелка для запираения/отпираения двери на входе в помещение (рисунок 4). При поступлении команды позволяет открыть/закрыть дверь без поворота ключа, что является преимуществом для разрабатываемой системы.



Рисунок 4 – Электромагнитная защелка

Для привязки защелки к микроконтроллеру и управления мощной нагрузкой необходимо электромеханическое реле. Для этого используется модуль реле фирмы SONGLE SRD-05VDC (рисунок 5). Данное реле управляется напряжением +5 В и способно коммутировать до 10А постоянного тока [9].

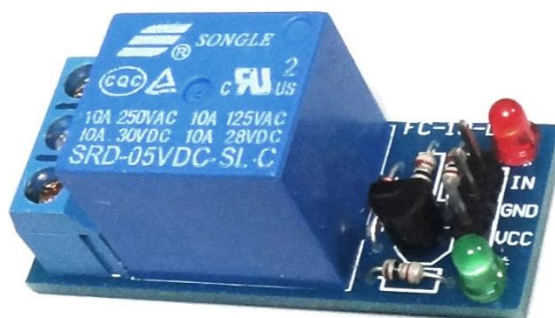


Рисунок 5 – Модуль электромеханического реле

Модуль имеет разъем с тремя выводами, два из которых для подачи напряжения питания +5 В и один логический пин, который подключается непосредственно к микроконтроллеру.

2.2.3 Элементы индикации

Для индикации выбраны следующие элементы:

1. Светодиод красный;
2. Светодиод зелёный;
3. Звукоизлучатель/зуммер.

Светодиод – полупроводниковый прибор, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении.

Светодиоды 5 мм F53GD2YG-1 красный и зелёный (рисунок 6). В разрабатываемой системе используются для сигнала о предоставлении/запрете доступа. Если доступ закрыт загорается красный светодиод, если доступ открыт – зелёный.

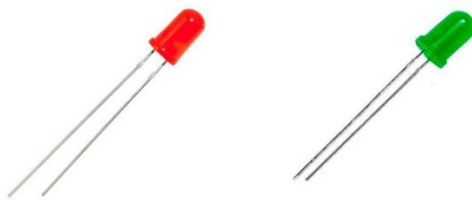


Рисунок 6 – Светодиоды

Технические характеристики:

1. Красный:

1.1. Рабочее напряжение: от 1,6 до 2,03 В;

1.2. Длина волны: 610-760 нм;

2. Зелёный:

2.1. Рабочее напряжение: от 2,1 до 2,3 В;

2.2. Длина волны: 500-570 нм.

Для ограничения тока на каждый светодиод необходимы резисторы номиналом по 220 Ом.

Зуммер – электромеханическое сигнальное устройство [8]. Воспроизводит звук разной частоты при подаче на него напряжения (рисунок 7).



Рисунок 7 – Зуммер

В данной работе используются для сигнала о предоставлении/запрете доступа. В зависимости о предоставлении или запрете доступа воспроизводится определенный звук.

Технические характеристики:

1. Рабочее напряжение: 5 В;
2. Максимальная сила шума: 85 дВ;
3. Частота звукового сигнала: 2,7 ГГц;
4. Вес: 2 г;
5. Размер: 9.2х5.5мм;
6. Рабочая температура: -20°C – +70°C.

2.2.4 SD Card модуль и microSD карта

В данной системе необходимо обеспечить хранение базы ключей RFID-меток для того, чтобы не занимать память микроконтроллера и поддерживать большое количество ключей. Файлы с данными хранятся на microSD карте (рисунок 8).



Рисунок 8 – microSD карта с адаптером

Для взаимодействия с файлами на карте используется SD (Save Data) Card модуль (рисунок 9).

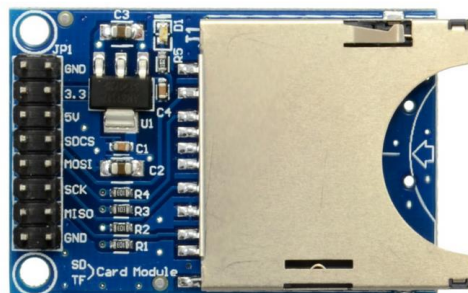


Рисунок 9 – SD-Card модуль

Модуль позволяет хранить, читать и записывать на SD карту данные требуемые для работы системы на основе микроконтроллера. Обмен данными между микроконтроллером и модулем происходит по интерфейсу SPI. На плате размещен контейнер SD карты, стабилизатор питания карты, вилка соединителя линий интерфейса и питания [7].

Технические характеристики:

1. Напряжение питания: 5 или 3,3 В;
2. Объем памяти SD карты: до 2 Гбайт;
3. Размеры 46 x 30 мм.

2.2.5 Модуль Ethernet ENC28J60

Модуль Ethernet ENC28J60 предназначен для передачи данных по сети (рисунок 10).



Рисунок 10 – Модуль Ethernet ENC28J60

Модуль работает в локальной сети и в сети Internet. Связывает МК через интерфейс SPI с сетью TCP/IP [11]. Модуль выполнен на базе микросхемы ENC28J60 фирмы Microchip.

На плате смонтирована розетка для кабеля сети TCP/IP. Розетка содержит трансформатор, обеспечивающий гальваническую развязку модуля от кабеля TCP/IP и два светодиода, свечение которых свидетельствует о обмене данными [7]. Передача данных между МК и модулем происходит по SPI интерфейсу.

В разрабатываемой системе служит для передачи данных от МК в БД на сервер по локальной сети.

Технические характеристики:

1. Совместимость с Ethernet сетями 10/100/1000 Base-T;
2. Скорость передачи данных: 10 мбит/сек;
3. Интерфейс SPI, частота до 20 МГц;
4. Напряжение питания: 3,3 В;
5. Ток потребления от источника питания 3,3 В:
 - 5.1. В момент передачи 180 мА;
 - 5.2. В активном состоянии без передачи 120 мА;
 - 5.3. В режиме ожидания не более 2 мА;
6. Размеры платы: 55 x 36 мм.

2.2.6 Микроконтроллер Atmega328 в составе аппаратной платформы Arduino Nano

Микроконтроллер необходим для управления всей системой. В данной работе используется Atmega328 семейства AVR Atmel (рисунок 11).

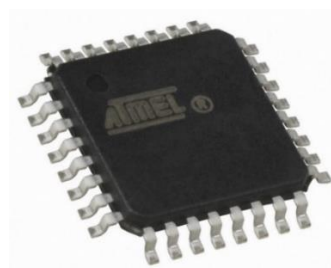


Рисунок 11 – Микроконтроллер Atmega328

В данной системе микроконтроллер Atmega328 встроен в аппаратную платформу Arduino Nano 3.0.

Технические характеристики:

1. Восьмибитный процессор;
2. Память:
 - 2.1. 32 кБ Flash;
 - 2.2. 2 кБ ОЗУ;
 - 2.3. 1 кБ EEPROM;

3. Два восьмибитных таймера/счетчика с модулем сравнения и делителями частоты;
4. Шестнадцатитибитный таймер/счетчик с модулем сравнения и делителем частоты, а также с режимом записи;
5. Счетчик реального времени с отдельным генератором;
6. Шесть каналов PWM;
7. Шестиканальный ЦАП со встроенным датчиком температуры;
8. Программируемый последовательный порт USART;
9. Последовательный интерфейс SPI;
10. Интерфейс I2C;
11. Программируемый сторожевой таймер с отдельным внутренним генератором;
12. Внутренняя схема сравнения напряжений;
13. Блок обработки прерываний и пробуждения при изменении напряжений на выводах микроконтроллера.

Данный микроконтроллер является «мозгом» аппаратной платформы Arduino Nano 3.0 (рисунок 12). Nano разработана и продается компанией Gravitech. Платформа позволяет программировать микроконтроллер Atmega328 посредством ПО Arduino IDE, создавая различные проекты на её основе.

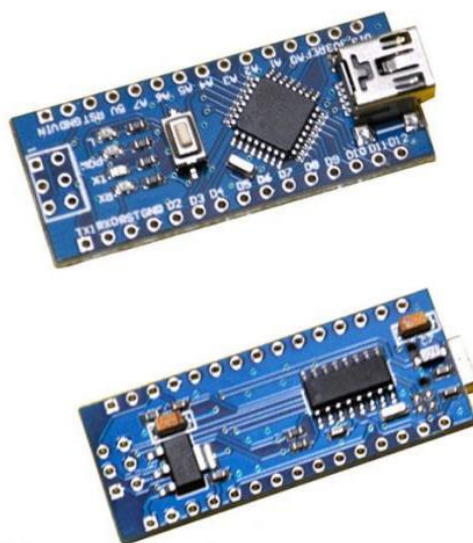


Рисунок 12 – Arduino Nano

Технические характеристики:

1. Микроконтроллер: AVR Atmega328;
2. Рабочее напряжение: 5 В;
3. Предельное входное напряжение: 6–20 В;
4. Цифровые входы/выходы: 14;
5. Аналоговые входы: 8;
6. Постоянный ток через вход/выход: 40 мА;
7. Тактовая частота: 16 МГц;
8. Размеры 1.85 x 4.2 см.

Платформа оборудована портом miniUSB, который позволяет обеспечивать питание и прошивать скомпилированные программы в микроконтроллер.

На плате платформы установлено несколько устройств для осуществления связи с компьютером, другими устройствами Arduino или микроконтроллерами. ATmega328 поддерживает последовательный интерфейс SPI, осуществляемый выводами 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Установленная на плате микросхема FTDI FT232RL направляет данный интерфейс через USB, а драйверы FTDI (включены в программу Arduino) предоставляют виртуальный COM порт программе на компьютере [10].

На плате присутствует стабилизатор напряжения AMS1117, позволяющий управлять электропитанием. Данная микросхема принимает на вход +5 В, а на выходе 3,3 В.

Мониторинг последовательной шины (Serial Monitor) Arduino IDE позволяет посылать и получать текстовые данные при подключении к платформе.

2.3 Функциональная схема системы

В соответствии с разработанной структурной схемой и определенным составом компонентов в разделах 2.1 и 2.2 соответственно, разработана функциональная схема системы (рисунок 13).

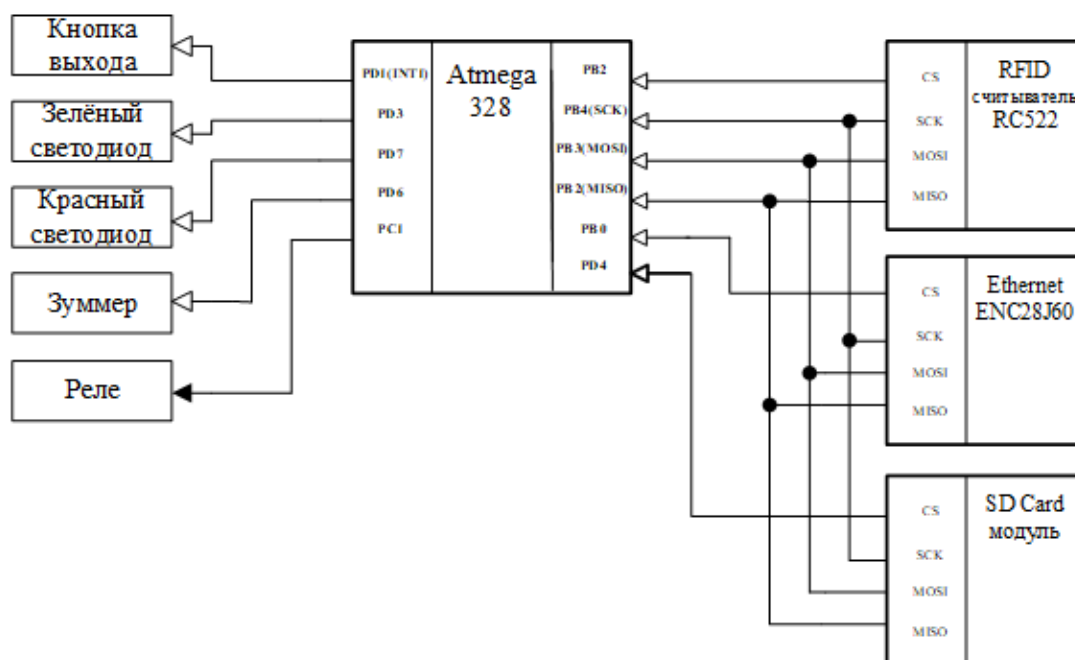


Рисунок 13 – Функциональная схема системы

Элементы кнопка выхода, зелёный и красный светодиоды и зуммер подключаются к цифровым портам МК.

Кнопка к порту PD1, который называется также портом для вызова прерывания INT_1. Это необходимо для быстрого реагирования МК при нажатии на эту кнопку. Зелёный светодиод подключается к порту PD3, красный светодиод – PD7, а зуммер – PD6.

Порт управления реле должен быть подключен к аналоговому порту МК, на схеме выбран PC1.

Стоит обратить внимание, что устройства RFID-считыватель RC522, Ethernet ENC28J60 и SD Card модуль соединены с МК по интерфейсу SPI. Особенностью работы данного интерфейса является то, что работать в один момент времени может только одно устройство из совокупности. Поэтому

разъемы CS (Chip Select) должны быть подключены на разные цифровые порты микроконтроллера и должны иметь в один момент времени различные друг от друга значения (логического нуля или логической единицы). В соответствии рисунку 13 порт CS RFID-считывателя подключается к порту PB2, Ethernet модуля – PB0, а SD-модуля – PD4.

Порты SCK, MOSI, MISO RFID-считывателя, Ethernet ENC28J60 и SD Card модуля соединяются и подключаются к соответствующим портам МК – PB4, PB3, PB2 соответственно.

Разработанная функциональная схема позволяет определить алгоритм работы системы, создать модель работающей системы и спроектировать принципиальную схему блока контроля и управления системой.

3 Моделирование системы контроля доступом

Для моделирования системы была разработана натурная модель на основе разработанной функциональной схемы в разделе 2.3 с помощью компонентов, определенных в разделе 2.2.

На макетную плату было установлено «ядро» системы платформа Arduino Nano на базе AVR Atmega328. Далее с помощью соединительных проводов были подключены RFID-считыватель, SD Card модуль, Ethernet модуль, светодиоды, зуммер и соответствующие им резисторы, кнопка и сервопривод, использующийся в качестве преграждающего устройства.

Питание платформы происходит от источника питания +5 В.

RFID-RC522 был подключен следующим образом (таблица 1):

Таблица 1 – Подключение RFID-RC522 к Arduino Nano

RFID-RC522	Arduino Nano
RST	D9
CS	D10
MOSI	D11
MISO	D12
SCK	D13
3,3 V	3,3 V
GND	GND

Подключение SD Card модуля представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Подключение SD Card модуля к Arduino Nano

SD Card модуль	Arduino Nano
RST	RST
CS	D4
MOSI	D11
MISO	D12
SCK	D13
3,3 V	3,3 V
GND	GND

Подключение Ethernet ENC28J60 указано в таблице 3. Модуль подключается к источнику внешнего питания +3,3 В.

Таблица 3 – Подключение Ethernet ENC28J60 к Arduino Nano

Ethernet ENC28J60	Arduino Nano
RST	RST
CS	D8
MOSI	D11
MISO	D12
SCK	D13
3,3 V	«+» контакт внешнего питания
GND	«-» контакт внешнего питания

Кнопка подключена к порту D1 (соответствует прерыванию INT_1) и GND. Резистор не требуется, так как кнопка подтягивается встроенным в Arduino резистором.

К порту D3 и D7 подключены зелёный и красный светодиоды через резисторы.

Зуммер подключен к порту D5 через резистор и вторым контактом к GND.

И к порту D6 подключен логический порт сервопривода, для управления углом поворота. Питание сервопривода подключено к источнику питания +5 В.

Натурная модель представлена на рисунке 14.

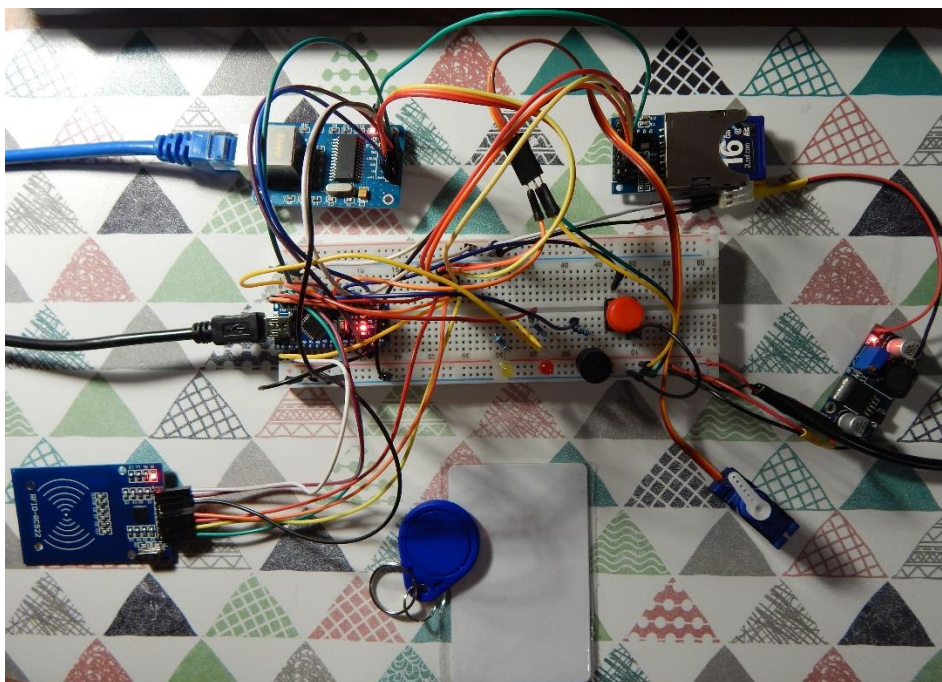


Рисунок 14– Модель системы контроля доступа в помещение

Модель имеет следующий алгоритм работы:

Шаг 1. Чтение кода карты.

Шаг 2. Проверка доступа. Если доступ разрешен, то шаг 3, иначе система включит красный светодиод и воспроизведет звуковой сигнал и перейдет к шагу 5.

Шаг 3. Включение зелёного светодиода и воспроизведение звукового сигнала.

Шаг 4. Открытие ПУ, ожидание 3 секунды, для того чтобы пользователь успел совершить проход, и закрытие ПУ.

Шаг 5. Система передает данные о предоставлении, либо запрете доступа, которые отображаются в БД сервера.

Схема работы системы представлена на рисунке 15.

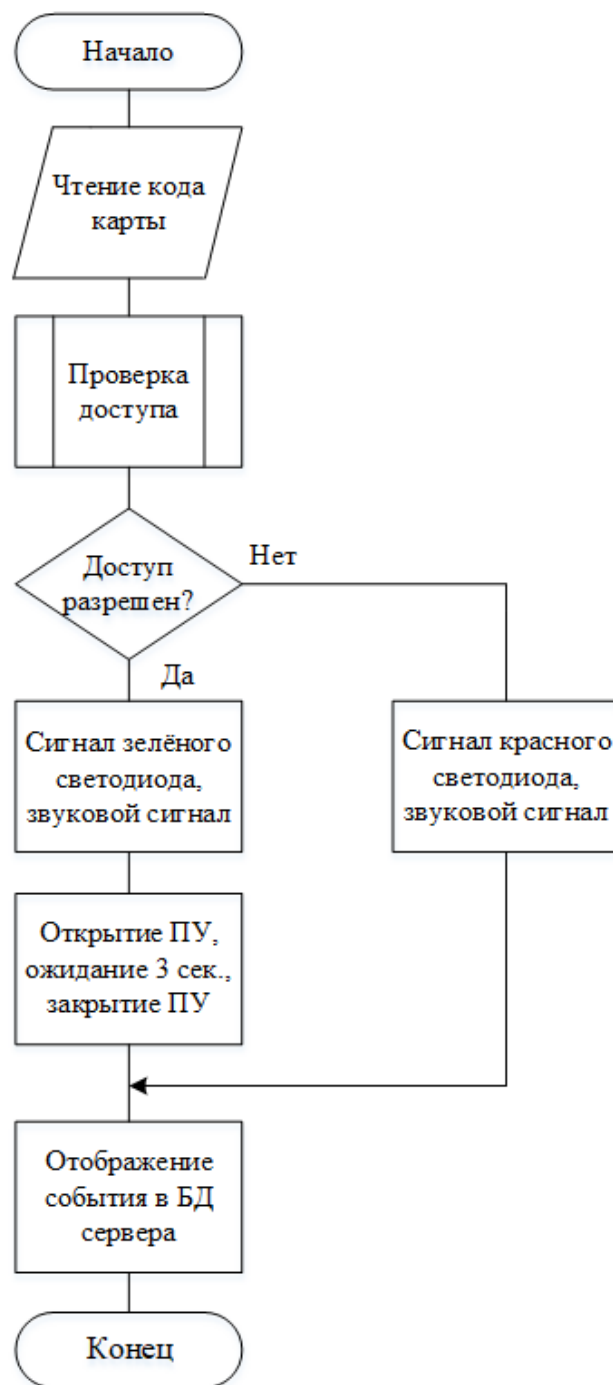


Рисунок 15 – Схема работа системы

4 Разработка электрической принципиальной схемы блока контроля и управления системы

Блок контроля и управления системы состоит из следующих элементов:

1. МК AVR Atmega328;
2. DC–DC преобразователь LM2596-3,3 3А;
3. Стабилизатор напряжения AMS1117-3,3;
4. Два светодиода F53GD2YG-1;
5. Четыре резистора;
6. Шесть конденсаторов;
7. Кварцевый резонатор;
8. Диод Шоттки;
9. Катушка индуктивности;
10. Вилка, разъемы.

Номиналы электронных элементов указаны в приложении «Перечень элементов».

МК AVR Atmega328 является «ядром» всей системы. К его портам подключаются светодиоды, резисторы, а также все периферийные устройства системы такие как:

1. Ethernet ENC28J60;
2. SD Card модуль;
3. RFID считыватель RC522;
4. Реле SRD-05VDC.

В разъем XS1 подключается Ethernet ENC28J60 и SD Card модуль следующим образом, указанном в таблице 4.

Стоит учесть, что общие контакты SCK, MISO, MOSI этих устройств подключаются в разъём XS3.

Таблица 4 – Подключение в разъём XS1

Цепь	Контакты периферийных устройств
3,3 V	+3,3 V – Eth ENC28J60
GND	GND – Eth ENC28J60
INT	INT – Eth ENC28J60
CS2	CS – SD Card модуль
RST	RST – Eth ENC28J60
CS3	CS – Eth ENC28J60

В разъём XS2 подключается реле, зуммера и кнопки (таблица 5).

Таблица 5 – Подключение в разъём XS2

Цепь	Контакты периферийных устройств
SW	Контакт «+» кнопки
BQ	Контакт «+» зуммера
H	Контакт Pin реле SRD-05VDC
VCC	Контакт «+» реле SRD-05VDC
GND	Контакт «-» кнопки, зуммера, реле

Общие контакты SCK, MISO, MOSI устройств, работающих по SPI протоколу, подключаются в разъём XS3. Сюда же происходит подключение остальных контактов RFID-считывателя. Подключение в разъём XS3 указано в таблице 6.

Таблица 6 – Подключение в разъём XS3

Цепь	Контакты периферийных устройств
SCK	SCK – RFID RC522, Eth ENC28J60, SD Card модуль
MISO	MISO – RFID RC522, Eth ENC28J60, SD Card модуль
MOSI	MOSI – RFID RC522, Eth ENC28J60, SD Card модуль
CS1	CS – RFID RC522
RST	RST – RFID RC522
GND	GND – RFID RC522, SD Card модуль
3,3 V	+3,3 V – RFID RC522, SD Card модуль

На вход стабилизатора напряжения AMS1117 подается входное напряжение +5 В и на выходе напряжение составляет +3,3 В, сила тока до 80 мА. Такое значение напряжения необходимо для питания RFID считывателя и SD Card модуля. Для необходимой работоспособности стабилизатора на схеме присутствуют конденсаторы C3, C4.

На DC–DC преобразователь также подается +5 В и на выходе напряжение составляет +3,3 В, но с большим пределом силы тока – 3 А. Для работоспособности к преобразователю установлены конденсаторы C5 и C6, диод Шоттки VD3 и катушка индуктивности L1. Катушка индуктивности обеспечивает необходимые номинал выходного напряжения. Этот преобразователь обеспечивает высокую силу тока, которая необходима для Eth ENC28J60, ток потребления которого достигает до 120 мА.

Светодиоды F53GD2YG-1, как говорилось, необходимы для визуальной индикации, поэтому на схеме присутствуют зелёный и красный VD1, VD2.

5 Разработка программных составляющих блока контроля и управления системы и серверной части

5.1 Разработка алгоритма идентификации карты и управления преграждающим устройством

При подключении питания работа системы контроля и управления доступом в помещение начинается с процесса инициализации, а именно происходит запуск программы, записанной в МК.

Процесс активного состояния представляет собой мониторинг состояния считывателя и кнопки, то есть отслеживаются изменения.

Система реагирует при поднесении карты к считывателю, и в зависимости от того, есть код карты в базе данных или нет, МК подает сигнал на соответствующий светодиод, сигнал на зуммер, а также на реле (если доступ по считанной карте разрешен).

Сигналы светодиодов и зуммера будем называть, как сигналы о допуске.

Также сигнал на зелёный светодиод, зуммер и реле подается в случае считывания сигнала с кнопки.

Алгоритм идентификации ID кода карты, управления преграждающим устройством и отправления данных на сервер по сети:

Шаг 1. Включение питания, запуск инициализации микроконтроллерной системы.

Шаг 2. Ожидание сигналов с блока ввода (считыватель и кнопка).

Шаг 3. Проверка на наличие карты в области считывателя. Если карта отсутствует в области считывателя, выполняется шаг 2. Иначе шаг 4.

Шаг 4. Считывание кода карты.

Шаг 5. Проверка кода карты на соответствие с кодами в памяти системы. Если код найден, то шаг 6, иначе сигналы о запрете доступа (сигнал красного светодиода, звуковой сигнал) и переход к шагу 8.

Шаг 6. Сигналы о предоставлении допуска (сигнал зелёного светодиода и звуковой сигнал).

Шаг 7. Управление ПУ: открытие преграждающего устройства, задержка 3 секунды, закрытие преграждающего устройства.

Шаг 8. Передача данных о произошедшем событии на сервер по локальной сети. На сервер передается ID код прочитанной карты и статус.

Схема алгоритма функционирования представлена на рисунке 16.

Примечание: Статус может иметь одно из двух значений: «Access», «Deny» или «Exit». Значение «Access» назначается в случае предоставлении доступа, «Deny» – в случае запрета доступа.

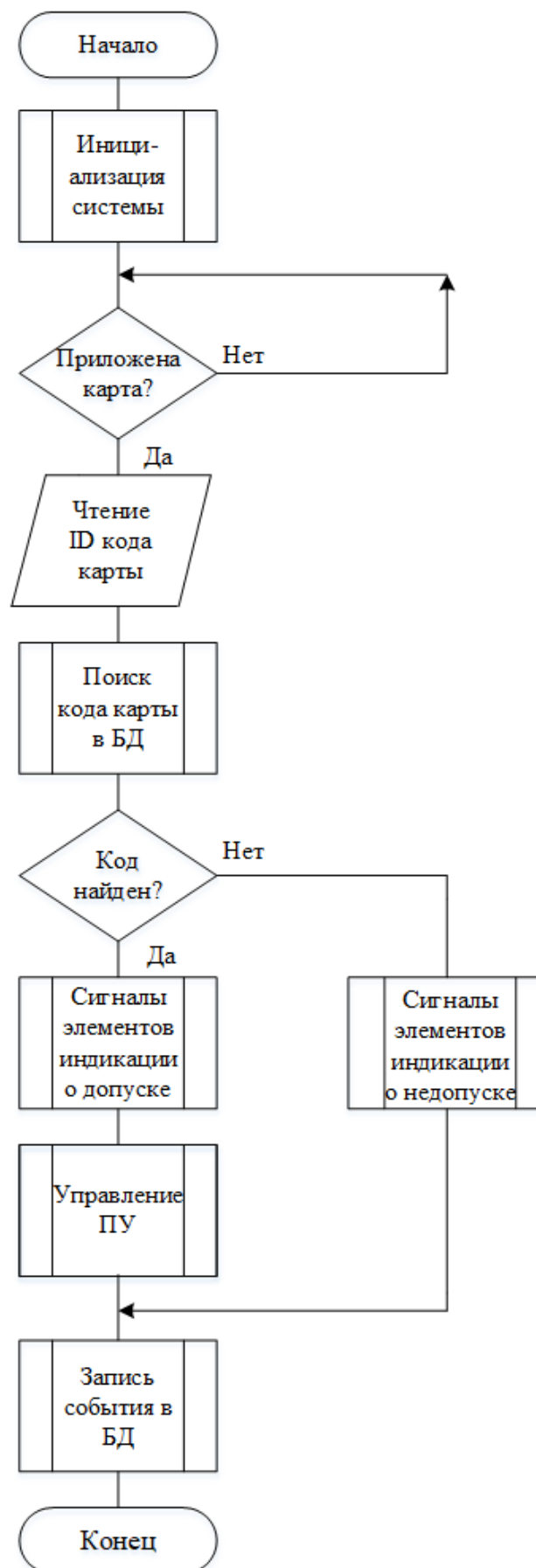


Рисунок 16 – Блок-схема алгоритма идентификации ID кода карты и управления
преграждающим устройством

5.2 Разработка алгоритма управления преграждающим устройством при сигнале, пришедшего с кнопки выхода

В разрабатываемой системе есть кнопка выхода, которая отпирает запирающее устройство. Сигнал с кнопки может прийти на МК в любой момент времени (по внешнему прерыванию). Поэтому система имеет дополнительный алгоритм работы при сигнале, который пришел с кнопки:

Шаг 1. Если кнопка нажата, то шаг 2, иначе шаг 1.

Шаг 2. Сигналы о предоставлении допуска (сигнал зелёного светодиода и звуковой сигнал).

Шаг 3. Управление ПУ: открытие преграждающего устройства, задержка 3 секунды, закрытие преграждающего устройства.

Шаг 4. Передача данных о произошедшем событии на сервер по локальной сети. На сервер передается статус «Exit».

Схема алгоритма работы системы по сигналам от кнопки выхода на рисунке 17.

Примечание: Статус принимает значение «Exit» только в случаях, когда пришел сигнал с кнопки выхода.

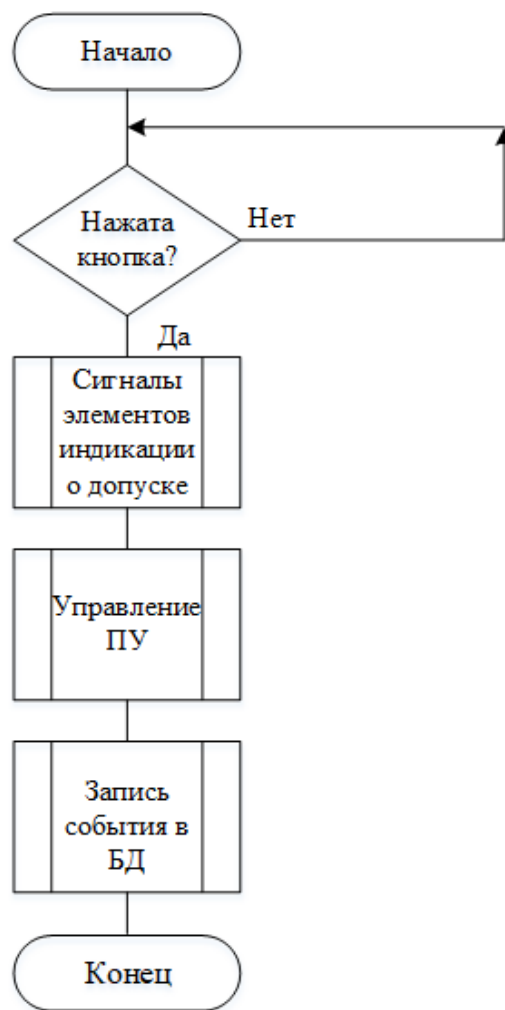


Рисунок 17 – Блок-схема алгоритма функционирования системы по сигналам от кнопки выхода

5.3 Выбор среды программирования, языков программирования и системы хранения базы данных

Для взаимодействия всех элементов системы необходимо написание программного кода для МК и для сервера.

5.3.1 Выбор средств для программирования микроконтроллера

Arduino использует собственную среду разработки Arduino IDE, состоящую из встроенного текстового редактора программного кода, области сообщений, окна вывода текста (консоли), панели инструментов и нескольких меню [12]. Для загрузки программ и связи среда разработки подключается к аппаратной части Arduino с помощью интерфейса USB.

Языком программирования выбран язык, основанный на C/C++, как единственный возможный вариант для выбранной среды программирования.

Для написания программы для МК выбрана Arduino IDE версии 1.8.5. На момент разработки данная версия является новейшей и стабильной.

5.3.2 Выбор средств для программирования сервера

Для хранения данных на сервере выбрана система управления базами данных MySQL. Версия 5.7.21 является новейшей и стабильной на момент разработки. Система свободная и не имеет ограничений на размер таблиц. MySQL поддерживает SQL (структурированный язык запросов).

Для написания программной составляющей сервера выбран язык PHP, так как написание скриптов, работающих на стороне сервера – это главная особенность области применения PHP. Язык прост в изучении и имеет встроенный интерпретатор. Также язык тесно связан с системой управления базами данных MySQL и предоставляет инструменты для доступа к базам MySQL и взаимодействия с ними.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана система управления доступом в помещение на режимном предприятии, которая в свою очередь была реализована в виде макета. Все поставленные задачи перед выполнением работы считаю выполненными.

В первом разделе пояснительной записки было проведено исследование существующих систем контроля и управления доступом и выявлены функции, которые реализованы в настоящее время в СКУД. На основании этого были поставлены цель и задачи ВКР, а также сформированы требования для разработки системы и сделан вывод о необходимости разработки системы с наименьшей экономической стоимостью.

Во втором разделе в соответствии с ВКР была разработана структурная схема контроллера СКУД и схема функциональной структуры системы. Также определен состав элементов, входящих в структуру системы.

В третьем разделе произведено моделирование с помощью выбранных компонентов и разработанных структурной и функциональных схем. Моделирование позволило убедиться в правильности построения структуры системы и обеспечила возможность разработки электрической принципиальной схемы.

В четвертом разделе разработана схема электрическая принципиальная компонентов блока контроля и управления системой, в рамках которой реализуется разработанные функции, электрическая принципиальная схема была дополнена перечнем элементов, в котором указаны используемые электронные компоненты, их номиналы и характеристики. Разработанные структурная схема, функциональная схема и принципиальная схема обеспечили возможность дальнейшей разработки алгоритмов работы блока контроля и управления системы и реализации программного обеспечения контроллера системы.

В итоговом разделе были разработаны алгоритмы работы системы контроля и управлением доступа. Описан алгоритм как работы всей системы в

целом, так и отдельных функций системы. Разработанные алгоритмы обеспечили возможность разработки кода программы для микроконтроллера и для сервера.

Разработанная система соответствует всем выдвинутым требованиям, а также обладает рядом достоинств, таких как низкая стоимость, по сравнению с аналогами, компактность и простота использования.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ID – identifier

IP – Internet Protocol

RFID – radio frequency identification

SD – save data

SPI – Serial Peripheral Interface

TCP – Transmission Control Protocol

БД – база данных

ВКР – выпускная квалификационная работа

ВТ – Вычислительная техника

ИКИТ – Институт космических и информационных технологий

ИСО – интегрированная система охраны

МК – микроконтроллер

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство

ПО – программное обеспечение

ПУ – преграждающее устройство

СКД – система контроля доступа

СКУД – система контроля и управления доступом

СФУ – Сибирский федеральный университет

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Система контроля и управления доступом Castle [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.agrg.ru/castle> – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Контроль и управление доступом систем безопасности BOLID [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bolid.ru/projects/iso-orion/access-control/> – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Комсомольская правда [Электронный ресурс] : сетевое издание. – Москва. – Режим доступа: <https://www.kp.ru/guide/skud.html>.
4. Производитель оборудования безопасности PERCo [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.perco.ru/o-kompanii/> – Загл. с экрана. – Яз. рус.
5. Производитель RFID-меток и RFID-оборудования компания «РСТ-Инвент» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rst-invent.ru/faq/> – Загл. с экрана. – Яз. рус.
6. Arduino KiT. RFID считыватели и метки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://arduino-kit.ru/catalog/id/schityivatel-rfid-rc522-13.56mhz-%2B-karta-%2B-brellok> – Загл. с экрана. – Яз. рус.
7. Arduino KiT. Модуль SD карты памяти [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arduino-kit.ru/catalog/id/modul-sd-kartyi-pamyati-dlya-arduino> – Загл. с экрана. – Яз. рус.
8. Электронный каталог компании Farnel element14 [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о разработанных технологиях компании Farnell element14. – Электрон. дан. (75 записей). – Лидс, Великобритания. – Режим доступа: <http://ru.farnell.com/applications> – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
9. Сообщество Zelectro [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://zelectro.cc/relayModule> – Загл. с экрана. – Яз. рус.
10. Arduino Nano [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardNano> – Загл. с экрана. – Яз. рус.

11. My Practic. Оборудование, технологии, разработки [Электронный ресурс]
– Режим доступа: <http://mypractic.ru> – Загл. с экрана. – Яз. рус.
12. Arduino. Среда разработки Arduino [Электронный ресурс] – Режим
доступа: http://arduino.ru/Arduino_environment – Загл. с экрана. – Яз. рус.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Код программы для микроконтроллера

```
#include <UIPEthernet.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Servo.h>
#include <SD.h>

// константы подключения контактов SS и RST для RFID
#define RST_PIN 9
#define SS_PIN 10

/* Ethernet settings */
byte mac[] = { 0x74,0x69,0x69,0x2D,0x30,0x31 };
EthernetClient client;
const char server[] = "100.64.13.2"; // IP Address of server
byte myIP[4] = { 100,64,13,3};
byte myMASK[4] = { 255,255,255,248};
byte myGW[4] = { 100,64,13,2};
byte myDNS[4] = { 0,0,0,0};

Servo servo1; //серво привод
File myFile; //SD модуль
unsigned long last_time; //для задержки
volatile boolean flag = 0; //флаг для фиксирования прерывания

// Инициализация MFRC522
MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN); // Create MFRC522 instance.
unsigned long uidDec, uidDecTemp; // для хранения номера метки в десятичном формате
String str_status = "";
String flagsearch = "";

//отправка данных на сервер о произошедшем событии
void send_packet(unsigned long uidDec, String str_status) {
  if (client.connect(server, 8081)) {
    Serial.println("-> Connected");
    // Make a HTTP request:
    client.print("GET /add_data.php?id=");
    client.print(uidDec);
    client.print("&status=");
    client.print(str_status);
    client.println( " HTTP/1.1");
    client.print( "Host: " );
    client.println(server);
    client.println( "Connection: close" );
    client.println();
    client.println();
    Serial.println("Check1!");
    client.stop();
  }
```

```

    }
    else {
        // you didn't get a connection to the server:
        Serial.println("--> connection failed\n");
    }
    return;
}

//поиск ключа на сервере
//отправка запроса на сервер
String search_id (unsigned long uidDec) {
    if (client.connect(server, 8081)) {
        Serial.println("-> Connected for search");
        // Make a HTTP request:
        client.print("GET /search_data.php?id=");
        client.print(uidDec);
        client.println( " HTTP/1.1");
        client.print( "Host: " );
        client.println(server);
        client.println( "Connection: close" );
        client.println();
        client.println();
        Serial.println("Check2!");
        flagsearch = response();
        client.stop();
    }
    else {
        // you didn't get a connection to the server:
        Serial.println("--> connection failed\n");
    }
    return flagsearch;
}

//ответ сервера
String response () {
    if (client.available()) {
        String status = client.read();
        Serial.print("Status: ");
        Serial.println(status);
        return status;
    }
}

void setup() {
    Serial.begin(9600); // инициализация последовательного порта

    /*Int network connecting*/
    Ethernet.begin(mac,myIP,myDNS,myGW,myMASK);
    Serial.print("IP Address      : ");
    Serial.println(Ethernet.localIP());

    SPI.begin(); // инициализация SPI

```

```

pinMode(5, OUTPUT); //buzzer
pinMode(7, OUTPUT); //светодиод желтый
pinMode(6, OUTPUT); //светодиод красный
pinMode(3, INPUT_PULLUP); //кнопка

attachInterrupt(1, Interrupt1, FALLING); //прерывание INT_1 для кнопки

digitalWrite(5, 0);
digitalWrite(6, 0);
digitalWrite(7, 0);

servo1.attach(A4);

Serial.print("Initializing SD card..."); //инициализация sd карты
pinMode(4, OUTPUT);
if (!SD.begin(4)) {
  Serial.println("initialization failed!");
  return;
}
Serial.println("initialization done.");

rfid.PCD_Init(); // инициализация MFRC522
Serial.println("Scan PICC");
}

void loop() {
  volatile boolean check = 0; //флаг для фиксирования совпадения ключа с базой
  if (flag) { //при нажатии на кнопку
    flag = 0;
    Serial.println("OPEN OUT");
    digitalWrite(7, 1); //включение желтого светодиода
    tone(5, 1000, 1000); //включение buzzer
    servo1.write(0); //поворот сервопривода
    delay(1500); //задержка
    servo1.write(180); //поворот обратно
    digitalWrite(7, 0); //выключение желтого светодиода
  }
  digitalWrite(8, HIGH);
  digitalWrite(10, LOW); //включаем RFID

  if (!rfid.PICC_IsNewCardPresent()) { //если карты нету, выходим, начинаем заново
    return;
  }

  // чтение карты
  if (!rfid.PICC_ReadCardSerial()) { //если данные не считаются
    return;
  }

  //если карта прочиталась:
  uidDec = 0;

```

```

for (byte i = 0; i < rfid.uid.size; i++) {
    uidDecTemp = rfid.uid.uidByte[i];
    uidDec = uidDec * 256 + uidDecTemp;
}
Serial.println("Card UID: ");
Serial.println(uidDec); // выводим UID метки в консоль

digitalWrite(10, HIGH); //выключаем RFID
digitalWrite(8, LOW); //включаем Eth

str_status = search_id(uidDec); //пришедший ответ с сервера
if (str_status != "Access" || str_status != "Deny") {
    //если не было ответа с сервера, ищем в базе на SD
    digitalWrite(8, HIGH); //выключаем Eth
    digitalWrite(4, LOW); //включаем SD
    File myFile = SD.open("users.csv");
    if(myFile) {
        unsigned long buff = 0;
        while (myFile.available()) {
            char ch = myFile.read();
            if(ch == ';') {
                if(buff == uidDec) {
                    Serial.println("Check!");
                    check = 1; //если код карты в базе есть
                    break;
                }
            }
            else {
                Serial.println("No check :(");
                check = 0; //если кода карты в базе нет
                buff = 0;
            }
        }
        else if(ch >= 48 && ch <= 57) { //коды цифр в таблице ASCII
            buff *= 10;
            buff += ch - 48;
        }
    }
    myFile.close();
    digitalWrite(4, HIGH); //выключаем SD
}
else Serial.println("error opening users.csv");
}
else if (str_status == "Access") {
    Serial.println("OPEN");
    digitalWrite(8, LOW); //включаем Eth
    send_packet(uidDec, str_status);
    digitalWrite(7, 1); //включение желтого светодиода
    tone(5,1568, 500); //buzzer включение
    delay(100);
    tone(5,1500, 500); //buzzer выключение
    servo1.write(0); //поворот серво
    delay(1500);
}

```

```

servo1.write(180); //обратный поворот сервы
digitalWrite(7, 0); //выключение желтого светодиода*/
digitalWrite(8, HIGH); //выключаем Eth
}
else {
  Serial.println("CLOSE");
  digitalWrite(8, LOW); //включаем Eth
  str_status = "Deny";
  send_packet(uidDec, str_status);
  digitalWrite(6, 1); //включение красного светодиода
  tone(5,1568); //включение buzzer
  delay(1000);
  noTone(5); //выключение buzzer
  digitalWrite(6, 0); //выключение красного светодиод
  digitalWrite(8, HIGH); //выключаем Eth
}
}
void Interrupt1() { //срабатывает, если сработало прерывание по кнопке
  flag = 1;
}

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Код программы для сервера. Добавление данных, принятых от МК, в базу данных «add_data.php»

```
<?php
/* переменные для соединения с базой данных */
$hostname = "localhost";
$username = "root";
$password = "";
$dbName = "skud";
$table = "events";

/* создать соединение */
$mysqli = mysqli_connect($hostname,$username,$password,$dbName) OR DIE("Не могу создать
соединение ");
mysqli_select_db($mysqli,$dbName) or die(mysqli_error());

/*получение GET запроса от МК, в котором id и status*/
if (isset($_GET['id'])) {
$id = $_GET['id'];
$status = $_GET['status']; }
else { die("Переменной id не существует"); }

/*запрос на поиск в таблице Пользователи (users) имени по полученному коду*/
$queryusr = "SELECT UserName FROM users WHERE Kod = ".$id;
$result1 = mysqli_query($mysqli,$queryusr) or die(mysqli_error($mysqli));
$row1 = mysqli_fetch_array($result1);

/*запрос для вставки информации о таблице События (events) */
$query = "INSERT INTO ".$table." (Kod, User, Status) VALUES ('".$id."', '".$row1['UserName']."',
'".$status."')";
mysqli_query($mysqli,$query) or die(mysqli_error($mysqli));

/*запрос на последнюю строку таблицы События (для проверки)*/
$query_select = "SELECT * FROM ".$table." ORDER BY ID DESC LIMIT 1";
$result = mysqli_query($mysqli,$query_select) or die(mysqli_error($mysqli));
$row = mysqli_fetch_array($result);

/*вывод на веб-страницу (для проверки)*/
echo "<BR><BR>Произошедшие события<BR><BR>";
if ($row['Status'] == "Access") { echo "Пользователь: ".$row['User']." с номером ключа
".$row['Kod']. ". Доступ: ".$row['Status']; }
else { echo "Карты с ключом ".$row['Kod']. " нет в базе. Доступ: ".$row['Status']; }

/* закрыть соединение */
mysqli_close($mysqli);
?>
```

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Код программы для сервера. Поиск ID кода карты в базе данных «search_data.php»

```
<?php
/* переменные для соединения с базой данных */
$hostname = "localhost";
$username = "root";
$password = "";
$dbName = "skud";

/* таблица в которой хранятся данные о пользователях */
$table = "users";

/* создать соединение */
$mysqli = mysqli_connect($hostname,$username,$password,$dbName) OR DIE("Не могу создать
соединение ");
/* выбрать базу данных. Если произойдет ошибка - вывести ее */
mysqli_select_db($mysqli,$dbName) or die(mysqli_error());

/*получение GET запроса от МК, в котором id*/
if (isset($_GET['id'])) {
    $id = $_GET['id'];
}
else {
    die("Переменной id не существует");
}

/*запрос на поиск в таблице Пользователи (users) имени по полученному коду*/
$queryusr = "SELECT UserName FROM users WHERE Kod = ".$id;
$result1 = mysqli_query($mysqli,$queryusr) or die(mysqli_error($mysqli));
$row1 = mysqli_fetch_array($result1);

/*ответ для МК */
if (isset($row1['UserName'])) {
    $str = @fopen("http://100.64.13.3/?status=Access", "rb");
}
else {
    $str = @fopen("http://100.64.13.3/?status=Deny", "rb");
}

/* закрыть соединение */
mysqli_close($mysqli);
?>
```